



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11330047 A**(43) Date of publication of application: **30.11.99**

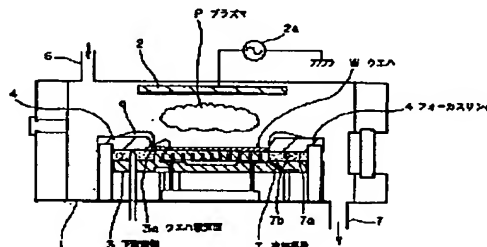
(51) Int. Cl.

H01L 21/3065
C23F 4/00
(21) Application number: **10128367**(71) Applicant: **SONY CORP**(22) Date of filing: **12.05.98**(72) Inventor: **NODA YASUTOSHI**
(54) ETCHING APPARATUS AND METHOD
THEREOF

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent sediment on the surface of focus ring from peeling off during etching and to attaining the form accuracy of etching from being unattainable.

SOLUTION: An etching device, where the wafer loading face 3a of a lower electrode 3 is formed at a base and a focus ring 4 is installed at a periphery side of the lower electrode 3, is provided with a cooling means 7 at the base of the focus ring 4. In a cooling means 7, a refrigerant pipe 7b, circulating a refrigerant along the base of the focus ring 4, is installed in a base material 7a which is closely arranged along the base of the focus ring 4. Thus, etching can be realized while the surface of the focus ring 4 is cooled. Thus, a sediment (a) is prevented from peeling off from the surface of the focus ring 4 due to the heating of the surface of the focus ring 4.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-330047

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

C

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-128367

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月12日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 野田 泰利

長崎県諫早市津久葉町1883番43 ソニー長崎株式会社内

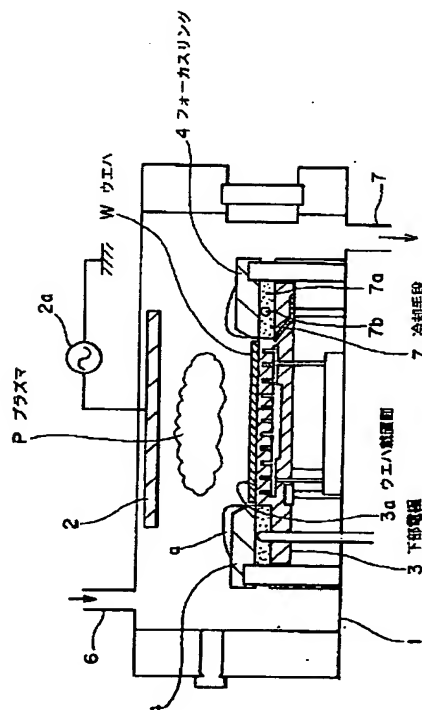
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 エッチング装置及びエッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 フォーカスリング表面の堆積物がエッチング途中でウエハ上に剥がれ落ち、エッチングの形状精度を得ることができない。

【解決手段】 下部電極3のウエハ載置面3aを底面にして、下部電極3の側周にフォーカスリング4を設けるエッチング装置において、フォーカスリング4の底面に冷却手段7を設けた。冷却手段7は、フォーカスリング4の底面に沿って密着配置された基材7a内に、フォーカスリング4の底面に沿って冷媒を循環させる冷媒管7bを内設してなるものである。これによって、フォーカスリング4の表面を冷却しながらエッチングを行うことが可能になり、フォーカスリング4表面の加熱によるフォーカスリング4表面からの堆積物aの剥離が防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部電極のウエハ載置面を底面にして、当該下部電極の側周にフォーカスリングを設けてなるエッチング装置において、前記フォーカスリングには、当該フォーカスリングの表面を冷却する冷却手段を設けたことを特徴とするエッチング装置。

【請求項 2】 側周がフォーカスリングで囲まれたウエハの表面にプラズマを供給することによって、当該ウエハの表面をエッチングする方法において、前記フォーカスリングの表面を冷却することを特徴とするエッチング方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載のエッチング方法において、前記フォーカスリングの表面を前記ウエハの表面よりも低い温度にまで冷却することを特徴とするエッチング方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の製造工程において用いられるエッチング装置及びエッチング方法に関し、特にウエハを載置する下部電極の側周にフォーカスリングを設けてなるエッチング装置及びこのエッチング装置を用いたエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 4 には、半導体装置の製造工程で用いられているエッチング装置の要部構成図を示した。この図に示すエッチング装置は、反応室 1 と、この反応室 1 内に互いに対向する状態で設けられた上部電極 2 及び下部電極 3 と、下部電極 3 におけるウエハ載置面 3a を底面としてその側周に設けられたフォーカスリング 4 とを有するものである。

【0003】 このエッチング装置を用いてウエハの表面をエッチングする場合には、まず、下部電極 3 のウエハ載置面 3a 上にウエハ W を載置し、ウエハ W の側周をフォーカスリングで囲む。その後、反応室 1 内にプロセスガスを導入した状態で上部電極 2 に高周波を印加し、これによって反応室 1 内にプロセスガスのプラズマ P を発生させ、プラズマ P をウエハ W 表面に供給する。そして、このプラズマ P によって当該ウエハ W の表面をエッチングする。この際、ウエハ W の側周を囲む状態でフォーカスリング 4 が設けられていることで、下部電極 3 上に載置したウエハ W 表面にプラズマ P が均等に供給され、エッチングにおけるウエハ面内均一性が得られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記エッチング装置及びこれを用いたエッチングにおいては、以下のような課題がある。すなわち、図 4 に示したように、上記構成のエッチング装置では、下部電極 3 の側周にフォーカスリングを設けたことから、エッチングによる反応

生成物がこのフォーカスリング 4 の表面に付着し、ウエハ W の処理枚数を重ねることによってフォーカスリング 4 の表面に上記反応生成物による堆積物 a が構成されるようになる。ところが、エッチングの際には、プラズマ P から受ける直接的な熱や、上部電極 2 及び反応室 1 側壁からの輻射熱によって、フォーカスリング 4 の表面温度が上昇する。このため、上記堆積物 a がフォーカスリング 4 の表面から剥がれ易くなり、エッチング途中に堆積物 a がウエハ W の表面に落下する場合がある。このような場合には、この堆積物 a がエッチングのマスクになり、ウエハ W の表面にエッチング残りが生じる。

【0005】 近年、半導体装置の高集積化及び高機能化の要求に伴う微細加工技術の進歩によって、配線の寸法及び、コンタクトホール等のスルーホールの径の微細化が進み、上記スルーホール内にはタングステンのようにより低抵抗な導電性材料を用いたプラグが形成されるようになってきている。そして、上記エッチング装置を用いてこのプラグを形成する場合には、先ず、図 5 (1) に示すように、層間絶縁膜 11 に形成したスルーホール 12 内を埋め込む状態で密着層 13 を介してタングステン膜 14 を形成した後、上記エッチング装置を用いて密着層 13 及びタングステン膜 14 をエッチバックしている。そして、図 5 (2) に示すように、スルーホール 12 内だけにタングステン膜 14 を残し、これをプラグ 14a として形成している。

【0006】 ところが、上述のようにして、上記エッチング装置をもちいたタングステン膜のエッチバック途中でウエハ W の表面に堆積物 a が剥がれ落ちた場合には、この堆積物がエッチングのマスクになる。この結果、エッチバック終了後に層間絶縁膜 11 上にタングステン膜のエッチング残り b が生じる。そして、後の工程で層間絶縁膜 11 上に上層配線（図示省略）を形成した場合に、この上層配線間にエッチング残り b が残存することになる。このエッチング残り b は、上層配線間をショートさせ、半導体装置の歩留りを低下させる要因になる。これは、堆積物 a 自体が層間絶縁膜 11 上に残った場合でも同様であり、この堆積物 a が上記上層配線間をショートさせる要因になる。

【0007】 また、上記プラグの形成以外であっても、例えば配線をパターニングする際のエッチングにおいて上記堆積物 a がウエハ上に脱落した場合には、この堆積物 a が配線間をショートさせる要因になる。

【0008】 そこで本発明は、エッチングによる反応生成物の堆積物がフォーカスリングからウエハ状に剥がれ落ちることを防止できるエッチング装置及びエッチング方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための本発明のエッチング装置は、下部電極のウエハ載置面を底面にして、当該下部電極の側周にフォーカスリング

を設けてなるエッチング装置において、前記フォーカスリングには、当該フォーカスリングの表面を冷却する冷却手段を設けたことを特徴としている。

【0010】上記エッチング装置によれば、フォーカスリングに設けた冷却手段によって、フォーカスリングの表面が冷却される。このため、エッチングの際にフォーカスリングの周囲で発熱が生じて、フォーカスリングの表面を冷却した状態で、下部電極上に載置したウエハのエッチングが行われる。したがって、エッチングの際に、フォーカスリングの表面における反応生成物の堆積物が、当該フォーカスリングから剥離し難くなる。

【0011】また、本発明のエッチング方法は、側周がフォーカスリングで囲まれたウエハの表面にプラズマを供給することによって当該ウエハの表面をエッチングする方法において、前記フォーカスリングの表面を冷却することを特徴としている。

【0012】上記エッチング方法によれば、フォーカスリングの表面が冷却された状態でエッチングが行われる。このため、エッチングの際には、フォーカスリングの表面における反応生成物の堆積物が、当該フォーカスリングから剥離し難くなる。したがって、フォーカスリング表面の堆積物をウエハ上に落下させることなくエッチングが行われる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明のエッチング装置及びエッチング方法を適用した実施の形態を図面に基いて説明する。図1は、本発明のエッチング装置の一実施形態を示す要部構成図であり、先ずこの図を用いてエッチング装置の実施の形態を説明する。尚、従来の技術で説明したと同様の構成要素には同一の符号を付して説明を行う。

【0014】この図に示すエッチング装置は平行平板型のエッチング装置であり、反応室1と、この反応室1内に互いに対向する状態で設けられた上部電極2及び下部電極3と、下部電極3の側周に設けられたフォーカスリング4とを有するものである。

【0015】反応室1の上面には、当該反応室1内にプロセスガスを導入するためのガス導入管6が接続されている。また、反応室1の下面には、反応室1内のガスを排気するための排気管7が接続されている。そして、反応室1は、ここでは図示を省略したロードロック室に接続されており、このロードロック室から反応室1内には真空状態を確保したままでウエハWが収納されるようになっている。また、上記ロードロック室には、この反応室1以外にもその他の複数の反応室やウエハを待機させておくカセット室が接続されていても良く、全体としてマルチチャンバとして構成されているものであっても良い。

【0016】そして、上記上部電極2は、反応室1の上方に設けられており、プラズマ励起源となる高周波電源

2aに接続されている。さらに、上記下部電極3は、上部電極2と対向する状態で反応室1内に設けられており、例えば冷媒導入路が内設された静電チャックとして構成されている。

【0017】また、上記フォーカスリング4は、下部電極3におけるウエハ載置3aを底面としてその側周壁を構成する状態で、当該下部電極3の上部側周に設けられている。そして、このこのフォーカスリング4の底面に、本発明に特徴的な構成要素である冷却手段7が設けられている。この冷却手段7は、フォーカスリング4の下面に沿って設けられたものであり、フォーカスリング4の下面に密着させて設けられた熱伝導性の良好な材料からなる基材7a内に、フォーカスリング4の底面に沿って冷媒を循環させる冷媒管7bを内設してなるものである。この冷媒管7bは、下部電極3の冷媒導入路とは個別に設けられたものである。また、冷却手段7には、フォーカスリング4の表面温度を制御するための温度制御機能（図示省略）が備えられており、上部電極2、下部電極3及び反応室1等とは別に、フォーカスリング4の表面温度を独立して制御可能に構成されていることとする。

【0018】上記構成のエッチング装置では、排気管7からの排気によって反応室1内を所定の減圧状態にし、ガス導入管6からプロセスガスを導入して上部電極2に高周波電源2aから高周波を印加することで、反応室1内でプロセスガスのプラズマが発生する。この際、下部電極3の側周に設けられたフォーカスリング4によって、下部電極3上に載置したウエハWにプラズマが均等に供給され、このプラズマによってウエハWの表面がエッチングされる。そして特に、フォーカスリング4の下面に設けた冷却手段7によって、フォーカスリング4の表面が冷却されるため、エッチングの際にプラズマPから受ける直接的な熱や、上部電極2及び反応室1側壁からの輻射熱によって、フォーカスリング4の表面温度が上昇することが抑えられる。このため、エッチングによる反応生成物がフォーカスリング4表面に堆積して堆積物aが形成されていても、この堆積物aがフォーカスリング4表面から剥がれ難くなる。したがって、エッチングの際に、この堆積物aがウエハW上に落下することはない。

【0019】図2は、本発明のエッチング方法をタングステンからなるプラグの形成方法に適用した実施の形態を説明するための断面工程図である。以下にこの図2と共に上記図1を用いて、上記エッチング装置を用いたタングステンからなるプラグの形成方法を説明する。

【0020】先ず、図2(1)に示すように、基板21の上部にポリシリコンからなる下層配線22を形成する。この下層配線22の形成は、CVD (Chemical Vapor Depositin) 法によって形成したポリシリコン膜をパターンニングすることによって行う。次に、下層配線22を

覆う状態で、基板 21 上に層間絶縁膜 11 を形成する。この層間絶縁膜 11 は、例えば CVD 法によって形成した BPSG 膜または PSG 膜で構成されることとする。その後、層間絶縁膜 11 をパターニングすることによって、この層間絶縁膜 11 に下層配線 22 に達するスルーホール 12 を形成する。

【0021】次いで、図 2 (2) に示すように、スルーホール 12 の内壁を覆う状態で、層間絶縁膜 11 上にチタンからなる密着層 13 をスパッタ法にて形成する。その後、スルーホール 12 の深さを越える膜厚で、密着層 13 上にタングステン膜（以下、タングステン膜と記す）14 を形成する。これによって、スルーホール 12 内をタングステン膜 14 で完全に埋め込む。

【0022】以上の後、図 2 (3) に示すように、スルーホール 12 の内部にのみタングステン膜 14 及び密着層 13 を残すように、タングステン膜 14 及び密着層 13 をその表面側からエッチバックし、層間絶縁膜 11 上のタングステン膜 14 及び密着層 13 を除去する。

【0023】この際、上記図 1 を用いて説明したエッチング装置を用い、下部電極 3 の載置面 3a 上に基板 21

（すなわちウエハ W）を載置し、排気管 7 からの排気によって反応室 1 内を所定の圧力にまで減圧した後、ガス導入管 6 からプロセスガスを所定の流量で導入した状態で上部電極 2 に高周波電源 2a から高周波電圧を印加する。これによって、反応室 1 内にプロセスガスのプラズマ P を発生させて、フォーカスリング 4 で囲まれたウエハ W の表面にこのプラズマ P を供給し、これによってウエハ W をその表面側からエッチングする。

【0024】この際特に、エッチング装置の冷却手段 7 における冷媒管 7b に冷媒を循環させることによって、フォーカスリング 4 の表面を冷却することが、本実施形態の特徴となる。フォーカスリング 4 の冷却条件としては、好ましくはウエハ W の表面温度よりも低い温度とする。冷却条件の一例としては、上部電極 2 の温度 = 70℃、下部電極 3 の温度 = 25℃、反応室 1 側壁の温度 = 45℃に制御した場合に、フォーカスリング 4 の冷却温度 = 20℃程度に設定する。

【0025】上記温度条件下におけるタングステン膜 14 及び密着層 13 のエッチング条件の一例を以下に示す。

- ・タングステン膜 14 の初期エッチング条件（第 1 ステップ）、
 - プロセスガス及び流量 ; 6 フッ化硫黄 (SF₆) = 110 sccm、
 - アルゴン (Ar) = 90 sccm、
 - エッチング雰囲気内圧力 ; 37.3 Pa、
 - 高周波 (13.56MHz) 印加電力 ; 600W、
 - エッチング時間 ; 35 秒。
- ・タングステン膜 14 のエッチング条件（第 2 ステップ）、
 - プロセスガス及び流量 ; 6 フッ化硫黄 (SF₆) = 80 sccm、
 - アルゴン (Ar) = 40 sccm、
 - エッチング雰囲気内圧力 ; 28.0 Pa、
 - 高周波 (13.56MHz) 印加電力 ; 300W、
 - エッチング時間 ; 終点検出まで。
- ・タングステン膜 14 のオーバーエッチング条件（第 3 ステップ）、
 - プロセスガス及び流量 ; 6 フッ化硫黄 (SF₆) = 80 sccm、
 - アルゴン (Ar) = 40 sccm、
 - エッチング雰囲気内圧力 ; 28.0 Pa、
 - 高周波 (13.56MHz) 印加電力 ; 300W、
 - エッチング時間 ; 45 秒。
- ・密着層 13 のエッチング条件、
 - プロセスガス及び流量 ; 塩素 (Cl₂) = 20 sccm、
 - 窒素 (N₂) = 200 sccm、
 - エッチング雰囲気内圧力 ; 5.3 Pa、
 - 高周波 (13.56MHz) 印加電力 ; 550W、
 - エッチング時間 ; 75 秒。

ただし、上記 sccm は、standard cubic centimeter/minutes であることとする。

【0026】以上のようにして、スルーホール 12 内にのみ密着層 13 及びタングステン膜 14 を残すことによって、このスルーホール 12 内に密着層 13 を介してタングステンからなるプラグ 14a を形成する。

【0027】その後、図 3 に示すように、スパッタ法によって層間絶縁膜 11 上にプラグ 14a を覆う状態でアルミニウム膜 15 を形成し、このアルミニウム膜 15 をパターニングし、アルミニウムからなる上層配線 15a を形成する。これによって、プラグ 14a に接続された上層配線 15a を層間絶縁膜 11 上に形成してなる半導

体装置を完成させる。

【0028】上記方法では、フォーカスリング4の表面を冷却した状態でタングステン膜14のエッチバックが行われ、このエッチバックの際にはプラズマPから受ける直接的な熱や、上部電極2及び反応室1側壁からの輻射熱によって、フォーカスリング4の表面温度が上昇することが抑えられる。このため、フォーカスリング4の表面における反応生成物の堆積物aを当該フォーカスリング4から剥離し難くすることが可能になる。したがって、上記エッチバックの際にウエハW上に堆積物aが剥がれ落ちることはなく、層間絶縁膜11上にこの堆積物aが残ったり、この堆積物aをマスクにしたエッチング残りを生じることが防止される。この結果、層間絶縁膜11上に形成した上層配線15a間が堆積物aや上記エッチング残りによってショートすることが防止され、半導体装置の歩留りの向上を図ることが可能になる。

【0029】上記実施形態においては、フォーカスリング4の下面に冷却手段7を設けた構成のエッチング装置を例示した。しかし、冷却手段7としては、フォーカスリング4に冷媒管を内設した構成であっても良い。また、本発明のエッチング装置は、下部電極3のウエハ載置面3aを底面としてその側周にフォーカスリング4を有するエッチング装置4であれば、本実施形態で説明した平行平板型のものに限定れることはなく、例えばマグネトロン、ECR、誘導放電またはヘリコン波をプラズマ源とするその他のエッチング装置に適用可能であり、同様の効果を得ることができる。

【0030】また、上記実施形態においては、タングステンプラグの形成におけるタングステン膜のエッチバックに上記エッチング装置を用いた場合のエッチング方法を説明した。しかし、本発明のエッチング方法は、これ

に限定されるものではなく、配線形成やスルーホール形成のためのパターニング等におけるその他エッチングにも適用され、同様の効果を得ることが可能である。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明のエッチング装置によれば、フォーカスリングの表面を冷却した状態で下部電極上に載置したウエハのエッチングを行うことができるため、エッチングの際にフォーカスリングが加熱されて表面の堆積物がウエハ上に剥がれ落ちることを防止できる。したがって、形状の精度が良好なエッチングを行うことが可能になる。また、本発明のエッチング方法によれば、フォーカスリングの表面を冷却しながらエッチングを行うことで、フォーカスリングの表面における反応生成物の堆積物を当該フォーカスリングから剥離させずにエッチングを行うことが可能になる。したがって、ウエハ上への堆積物の落下を防止でき、形状の精度の良好なエッチングを行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッチング装置の一実施形態を示す要部構成図である。

【図2】本発明のエッチング方法をタングステンからなるプラグの形成方法に適用した実施形態を説明するための断面工程図である。

【図3】本発明のエッチング方法を適用して形成された半導体装置の断面図である。

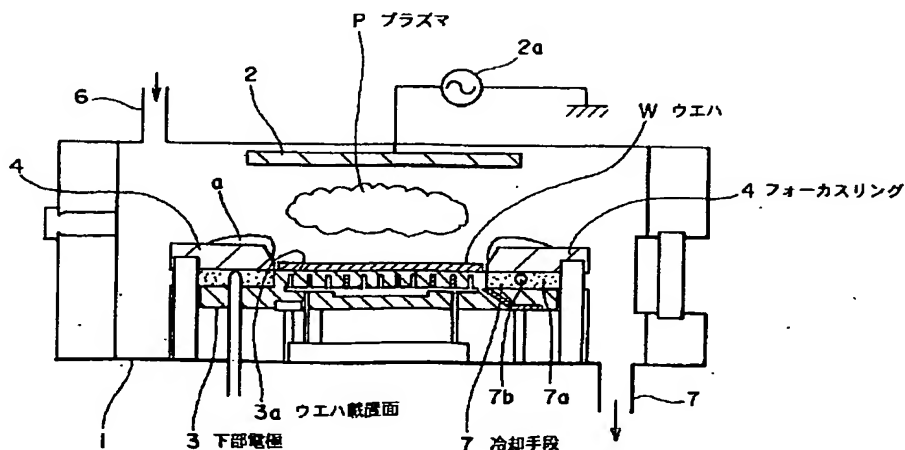
【図4】従来のエッチング装置の一例を示す要部構成図である。

【図5】従来の課題を説明するための断面図である。

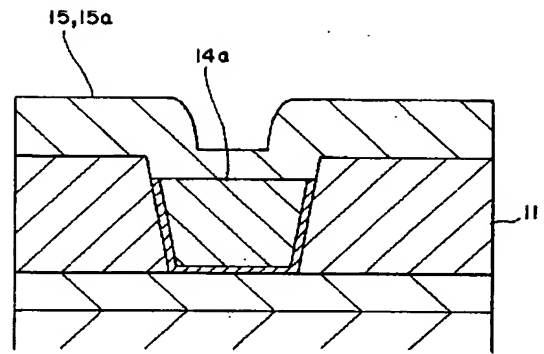
【符号の説明】

3…下部電極、3a…ウエハ載置面、4…フォーカスリング、7…冷却手段、P…プラズマ、W…ウエハ

【図1】



【図 3】



A schematic cross-sectional diagram of a vacuum furnace. A central sample, labeled '3', is positioned within a furnace chamber. The sample is supported by a base structure labeled '3a'. Above the sample, a plasma source, labeled '2', is shown emitting a plasma cloud, labeled 'P', which surrounds the sample. The plasma source is connected to an electrical circuit, indicated by a symbol with a tilde (~) and a ground symbol. The furnace chamber is labeled '4' and has a vacuum seal. Arrows indicate the flow of gas or plasma into and out of the chamber. The sample is also labeled 'W'.

【図 5】

